

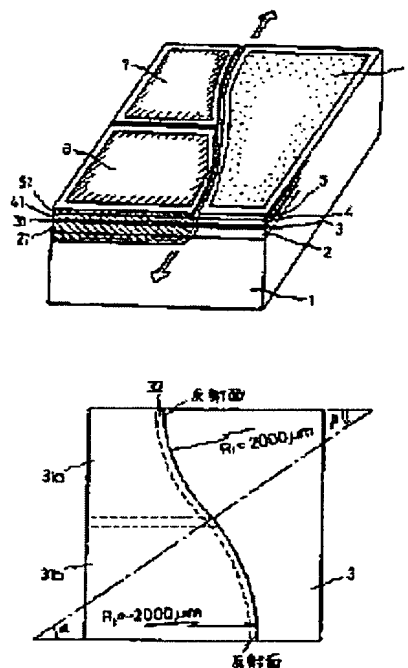
SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

Patent number: JP1096983
Publication date: 1989-04-14
Inventor: IKEDA KENJI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: H01S5/0625; H01S5/10; H01S5/00; (IPC1-7): H01S3/18
- european:
Application number: JP19870255357 19871009
Priority number(s): JP19870255357 19871009

Report a data error here

Abstract of JP1096983

PURPOSE: To vary the oscillation wavelength of a semiconductor laser device of independently irrespective of a temperature and an optical output by feeding injecting currents of controlled values to curved parts having different curvatures for forming an optical guide path. **CONSTITUTION:** Regions are patterned with an Si₃N₄ film or the like by at least first and second curved parts having different curvatures, i.e., a curved part 51a curved in radius R₁ of curvature to a positive side and a curved part 51b curved in radius R₂ of curvature to a negative side, and divided to first and second regions. With the Si₃N₄ film as a mask an impurity, such as Zn is diffused at approx. 650 deg.C, then the Zn of the impurity diffusion source is removed, heat treated at a high temperature, thereby partly converting the regions to P-type. Since the refractive index of a narrow P<+> type region 32 becomes higher than those of both sides, a light is guided to the region 32, electrons are implanted by a forward current from the N-type side to the region 32, thereby irradiating a light, and generating an inversion distribution by increasing its current density, the light is amplified, and both reflecting faces are oscillated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-96983

⑬ Int.Cl.⁴
H 01 S 3/18

識別記号 庁内整理番号
7377-5F

⑭ 公開 平成1年(1989)4月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭62-255357

⑰ 出 願 昭62(1987)10月9日

⑱ 発 明 者 池 田 健 志 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも一対の反射器、または反射面の間に、電流注入によって光学的利得を得るための光導波路を形成させた半導体レーザ装置において、前記光導波路に曲率の異なる少なくとも2つの彎曲部を形成させると共に、これらの各彎曲部に対して、それぞれに制御された値の注入電流を流し得るようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置。

(2) 光導波路を形成する曲率の異なつた少なくとも2つの彎曲部が、任意に直線状部分を含むことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の半導体レーザ装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体レーザ装置、特に発振波長を変化させ得るようにした半導体レーザ装置に関

するものである。

(従来技術)

従来から、一般的な半導体レーザ装置においては、その光導波路が直線状に形成されているのが普通である。しかして、この種の半導体レーザ装置の場合、その発振波長を変化させるための手段としては、温度を変化させる方法と、光導波路の屈折率を変化させる方法との何れかが採用されている。

ここで、前者の温度を変化させる方法は、例えば、AlGaAs系のいわゆる短波長レーザ装置の場合、ペルチェ素子などを用いて、活性層の温度を上昇、低下させることにより、約3Å/度の割合でその発振波長を短波長、長波長側に変化させるようにするか、あるいは、活性層に流す注入電流を増減させることにより、同様にこの活性層の温度を変えて、その発振波長を変化させるようにしている。すなわち、この場合には、温度の上昇に伴つて活性層の熱膨張率が狭くなり、発振波長が長波長側へ移ると共に、併せて、その熱膨張によ

つて共振波長が僅かに長く、かつ屈折率も密度の下つた分だけ小さくされ、これらの競合によつて決まる縦モード上を次々に跳びながら、その共振波長が長波長化されるのである。

また、後者の屈折率を変化させる方法の有力な一つであるフランツ・ケルデッシュ効果を利用するものは、活性層への逆バイアスによる高い電界の印加により、その屈折率がほぼ 10^{-4} 程度の範囲に亘つて変化するのを利用したもので、キャリア濃度とバイアス条件とを最適に選択することにより、この屈折率を 10^{-3} 程度まで変化させ得るのである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、前記した従来の手段のうち、前者の温度を変化させる方法の場合には、熱容量によつて速度が制限されるほか、波長の変化と共にしきい値が変わるために、同時にその光出力も変化して、限られた用途にしか適用できず、また、後者の屈折率を変化させる方法の場合には、逆バイアスを効果的にかけるのに、活性層と増幅領域

今、所定の角度（ラジアン） θ をもつ一對の反射面間に半径 R の彎曲部によるpn接合が形成されているものとする。

しかして、この場合には、順方向電流 I のときに、曲率半径 R の経路が利得最大線 a となるが、この順方向電流を ΔI だけ増加させることによつて、その電子密度も増加するため、これに伴つて、今度は、 ΔR だけ p 側に寄つた部分が利得最大線 b となる。

従つて、注入電流が一定値 I のときには、これが $R\theta$ の長さの光路を辿つて、波長 $\lambda (= \frac{2NR\theta}{N})$ 、 N は実効屈折率、 N は共振縦モード次数を表わす整数）で共振することになるが、この注入電流が ΔI だけ増加して、その値が $I + \Delta I$ になると、これが $(R + \Delta R)\theta$ の長さの光路を辿るために、その共振波長は、 $\lambda + \Delta \lambda$ ($\Delta \lambda = \frac{2N'\theta}{N}$ 、 $N \approx N'$)のようになる。

但し、この場合、実際は、注入電流密度を増すことによつて、利得のエネルギー分布が高エネルギー側へ移動する効果と、また、たとえ僅かであ

とを電氣的に絶縁する必要がある、この電氣的絶縁に主眼点を置くと光学的損失が大きく、かつ反対に光学的損失を抑制しようとする絶縁が困難になると云う問題点があつた。

従つて、この発明の目的とするところは、従来例装置でのこのような問題点に鑑み、温度とか光出力に関係なく共振波長を独立に変化させ得るようにした、この種の半導体レーザ装置を提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

前記目的を達成させるために、この発明では、半導体レーザ装置における光導波路をして、従来例装置でのように直線状とせず、曲率の異なる少なくとも二つ以上の彎曲部を有する形状とし、pn接合部におけるキャリアの空間的分布を注入電流の大小で変化させて光の通る経路を変え、これによつて共振波長を独立に変化させ得るようにしたものである。

こゝで、この発明における作動原理につき、第1図を参照して述べる。

るとはいえ、温度上昇により禁帯幅が狭まつて低エネルギー側へ移動する効果との、各効果の相乗作用で決められる利得最大波長に最接近した波長の縦モード次数で共振するために、その共振波長は、第2図(a)に太線で示したように、一般的に或る範囲内で連続的に変化し、その後、非連続的（段階状）に別の縦モード次数に移ることになる。

またこゝで、前記曲率半径 R と角度 θ とを適切に設定すれば、共振縦モード線を利得最大線に平行にさせ得て、広い電流範囲で連続的な波長変化を得られる筈であるが、前記したように、最大利得線は、温度とか電流密度に依存し、かつ個々のレーザ装置でも若干は異なるものであるから、この発明では、1つの曲率半径 R の彎曲部分だけでなく、さらに、 $-R$ による彎曲部分のように曲率半径の異なる部分とか、必要に応じ直線部分を設けて、共振縦モード線の傾きを外部からの注入電流の調整制御によつて変化させ得るようにしたものである。

すなわち、この発明は、少なくとも一對の反射器、または反射面の間に、電流注入によつて光学的利得を得るための光導波路を形成させた半導体レーザ装置において、前記光導波路に曲率の異なる少なくとも2つの彎曲部を形成させると共に、これらの各彎曲部に対して、それぞれに制御された値の注入電流を流し得るようにしたことを特徴とする半導体レーザ装置である。

(作 用)

従つて、この発明においては、光導波路を形成するところの、曲率の異なる少なくとも2つの各彎曲部に対して、それぞれに制御された値の注入電流を流すことにより、その発振波長をして、温度とか光出力に関係なく独立に変化させ得るのである。

(実 施 例)

以下、この発明に係る半導体レーザ装置の実施例につき、第3図および第4図を参照して詳細に説明する。

第3図(a),(b)はこの発明の一実施例を適用し

して、第1、および第2の領域に区分させると共に、この Si_3N_4 膜などをマスクに不純物、こゝでは、Znを850℃程度の温度で拡散させ、かつその後、この不純物拡散源のZnを除いて高温で熱処理することにより、各領域をそれぞれ部分的にp形に変換させる。こゝで、この拡散によつてp形に変換された第1、第2の領域を破線で、また、熱処理によつて形成されたpn接合を実線でそれぞれに示してある。

また、図中、21,31,41および51は、前記拡散によつてp形に変換されたそれぞれに $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ 層2、 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層3、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層4 およびGaAs層5の各一部であり、第1、第2のp形領域31a,31b間、およびpn接合間に跨るn-GaAs層5をエッチング除去してある。さらに、6はn-GaAs層5に対する電極、7および8は第1および第2の領域31a,31bに対応したp-GaAs層51に対する各電極である。

しかして、この実施例の場合には、電極8を負に、電極7,6を正にバイアスすると、pn接合に順

た半導体レーザ装置の概要構成を模式的に示す斜視図、および同上活性層部分を取り出して模式的に示す平面図である。

すなわち、この第3図(a),(b)に示す構成において、符号1は半絶縁性GaAs基板であり、また、2は $\text{n-Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ 層、3は厚さが約 $0.1\mu\text{m}$ の $\text{n-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層、4は $\text{n-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層、5はn-GaAs層であつて、これらの各層は、液相エピタキシャル成長(LPE)法、分子線エピタキシャル成長(MBE)法、あるいは、有機金属熱分解堆積(MO-CVD)法などにより連続的に成長形成されており、通常、xの値は0.4程度、yの値は0.1程度にそれぞれ制御される。

そして、この実施例においては、別に Si_3N_4 膜などを用い、前記した各領域部分を曲率の異なる少なくとも二つからなる第1、および第2の彎曲部、つまり、第1図(b)において、正側に曲率半径 R_1 を $2000\mu\text{m}(2\text{mm})$ として彎曲された彎曲部51a,および負側に曲率半径 R_2 を $-2000\mu\text{m}(-2\text{mm})$ として彎曲された彎曲部51bによりパターンニング

方向電流が流れ、この注入電流は、拡散電位の最も低い $\text{n-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層3と $\text{p-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 活性層31間のpn接合を流れると共に、自由担体密度とバンドギャップとの関係で、実線と破線で囲まれた狭い(通常では、約 $2\mu\text{m}$)p⁺領域32の屈折率とその両側よりも高くなるため、このp⁺領域32に光が導波され、かつ順方向電流により電子がn側からp⁺領域32に注入されて発光すると共に、その電流密度を増すことで反転分布を生じ、光が増幅されて両反射面で発振するに至る。

またこゝで、前記したように、p⁺側での第1の領域31aを、曲率半径 R_1 、 $2000\mu\text{m}(2\text{mm})$ で正側に彎曲させており、かつまた、第2の領域31bを、曲率半径 R_2 、 $-2000\mu\text{m}(-2\text{mm})$ で負側に彎曲させているが、これらの曲率半径は、光がp⁺領域32に沿つて導波されるように、その屈折率分布から求めた値であり、これよりも大きくしても差支へない。

この実施例構成の場合には、第1の領域31aの彎曲角度を β 、第2の領域31bの彎曲角度を α と

すれば、 $\alpha = \beta = 5.625^\circ$ であつて、その光路長がおおよそ $382.5\mu\text{m}$ となる。そして、今、 γ の値を0.1程度に設定すると、その発振波長は、おおよそ 850nm となり、この波長域での透過屈折率は、約3.4であるから、縦モード次数 m は、おおよそ3.140であつて、 $m \pm 1$ 次との波長差は 0.27nm となる。

また、この場合、発振のためのしきい値電流は約70mAで、3mW程度の光出力を得るのには、注入電流 I を約90mAにする必要があり、この電流領域で注入電流 I を約1mAだけ増すと、その利得最大位置は、約0.1nmだけ p^+ 領域側へ移動する。そして、光導波路が前記第1図に示したように、円弧状に彎曲されている場合、 $\Delta R = 0.1 \cdot \theta$ であるから、この実施例による第3図に示す構成では、 θ が $\pi/32$ ラジアン(5.625°)なので、注入電流 I の約1mAの増加によつて、その光路長が、第1領域31aでは、約0.0982nmだけ長くなり、第2領域31bでは、約0.0982nmだけ短くなる。従つて、これらの第1、第2の各領域31a, 31bで注入電流 I

を同じ値だけづつ増加させれば、その光路長が相殺されて何等の変化もないことになるが、第1領域31aで増加させた分だけの電流値を、第2領域31bで減少させることによつて、その光路長をおおよそ2倍に相当する0.1984nmだけ長くし得るのである。

しかし、実際上は、注入電流 I の増減によつて単に利得最大位置が移動するだけではなく、一方で透過屈折率とかバンドギャップ・エネルギー、ひいては利得最大波長もまた変化するから、そこで、第3図に示したこの実施例構成における第1領域31aと第2領域31bとに流す注入電流 I を、例えば、差動増幅回路を通すなどの手段によつて調整制御させるようにすれば、利得最大波長の変化と光路長の変化とを共に一致させることができるのである。つまり、この実施例構成では、第1領域31aと第2領域31bとに流す注入電流 I の制御によつて、第2図(b)に太線で示したように、この半導体レーザ装置の発振波長を、約10nmの範囲内で連続的に変化させ得るのである。

なお、前記実施例構成では、曲率半径 $R1, R2$ の値をそれぞれに、 $2000\mu\text{m}$ 、 $-2000\mu\text{m}$ としているが、この $|R1| = |R2|$ に必ずしも大きな意味がある訳ではなく、他の値にしてもよい。また、光導波路を2つの彎曲させた曲線部分によつて形成されているが、第4図(a),(b),(c)に示すように、この光導波路を2つの彎曲させた曲線部分101, 102に対して、その他の直線部分103を組合せて形成するのもよく、このように直線部分103を含ませた場合には、素子製造時にあつて、劈開位置に若干の任意性を生じ、その製造が容易になるほか、この直線部分103にも独立した電極を設けて、注入電流 I を制御し得るように構成すれば、発振波長と光出力とを独立に制御できて、その自由度を一層、向上させることができる。さらに、共振器を構成させる例として、ここでは、結晶の劈開面を利用する場合について述べたが、第4図(d)に示すように、いわゆるDBR形の反射器を使用するようにしてもよい。そしてまた、この実施例においては、AlGaAs系のレーザ装置について述べた

が、InGaAsP系などの他の半導体材料を用いるレーザ装置にも適用して、同様な作用、効果を得られることは勿論である。

(発明の効果)

以上詳述したように、この発明によれば、少なくとも一対の反射器、または反射面の間に、電流注入によつて光学的利得を得るための光導波路を形成させた半導体レーザ装置において、光導波路に曲率の異なる少なくとも2つの彎曲部を形成させ、これらの各彎曲部に対して、それぞれに制御された値の注入電流を流し得るようにしたので、発振波長を連続的に変化させることができ、例えば、光通信分野においては、FM変調方式の導入、あるいは、コヒーレントな送信用の光源、ヘテロダイン検波用の局部発振光源へのそれぞれの応用が、また、光応用計測分野においては、分光測定が、固体レーザ励起においては、最適波長での同調励起が可能になり、これらの諸分野の発展に大きく寄与し得るものである。

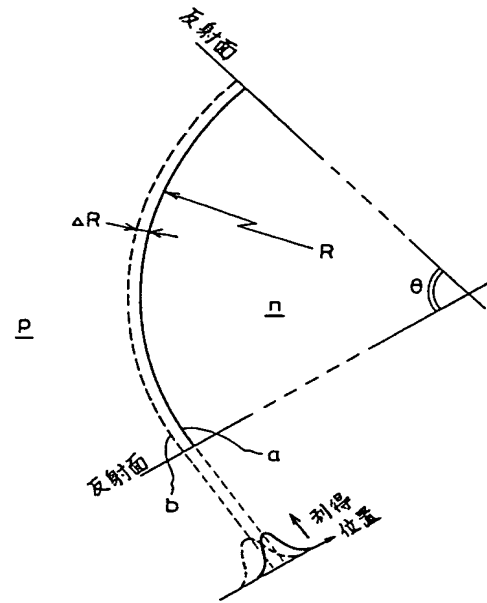
4. 図面の簡単な説明

第1図、および第2図(a)、(b)はこの発明に係る半導体レーザ装置の作動原理とその効果を示すそれぞれ説明図であり、また、第3図(a)、(b)は同上半導体レーザ装置の一実施例による概要構成を模式的に示す斜視図、および同活性層部分を取り出して模式的に示す平面図、第4図(a)ないし(d)は同上半導体レーザ装置の他の実施例をそれぞれに示す各平面略図である。

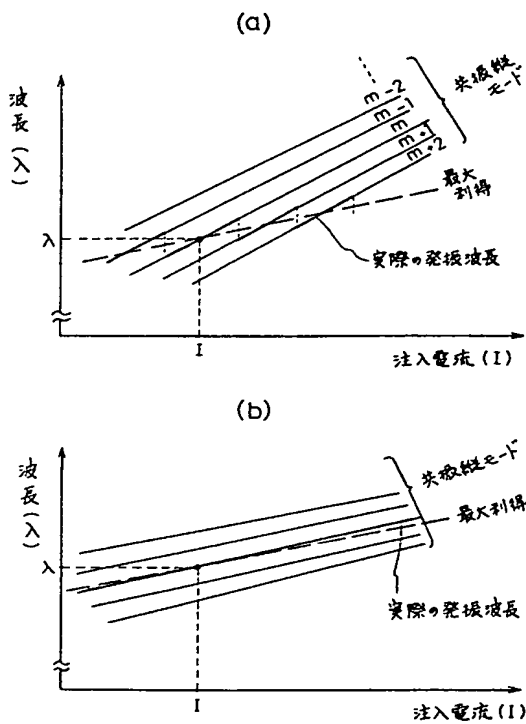
- 1 ……半絶縁性GaAs基板、
- 2, 21 …… $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層, $p\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層、
- 3, 31 …… $n\text{-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層, $p\text{-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層、
- 31a, 31b …… 第1領域、第2領域、
- 4, 41 …… $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層, $p\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層、
- 5, 51 …… $n\text{-GaAs}$ 層, $p\text{-GaAs}$ 層、
- 8 …… $n\text{-GaAs}$ 層5に対する電極、
- 7, 8 …… 第1、第2の領域31a, 31bに対応した $p\text{-GaAs}$ 層51に対する各電極。

代理人 大 岩 増 雄

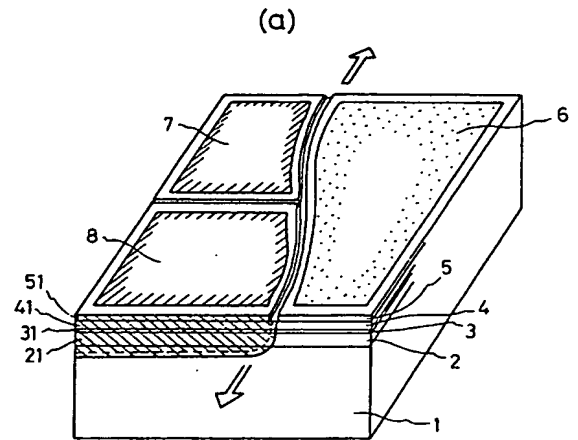
第1図



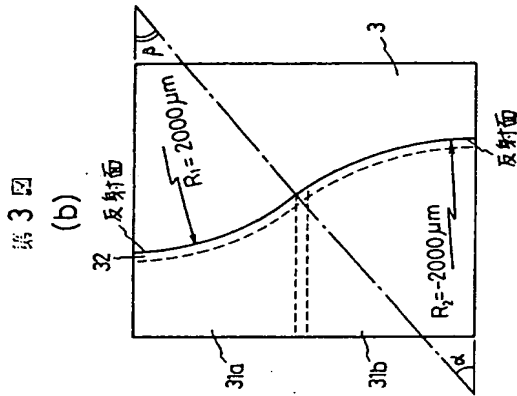
第2図



第3図

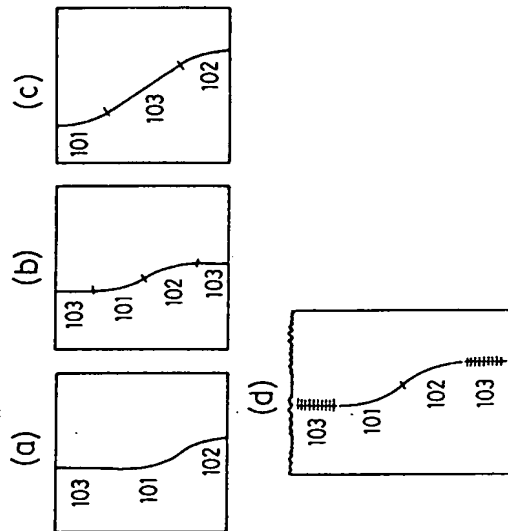


- 1 : 半絶縁性GaAs基板
- 2, 21 : $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層, $p\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層
- 3, 31 : $n\text{-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層, $p\text{-Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ 活性層
- 4, 41 : $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層, $p\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 層
- 5, 51 : $n\text{-GaAs}$ 層, $p\text{-GaAs}$ 層
- 6 : $n\text{-GaAs}$ 層5に対する電極
- 7, 8 : 第1、第2の領域31a, 31bに対応した $p\text{-GaAs}$ 層51に対する各電極



31a, 31b: 才1領域, 才2領域

第4図



手続補正書(自発)

昭和 63 年 2 月 29 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 62-255357号

2. 発明の名称 半導体レーザー装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名称 (601)三菱電機株式会社
代表者 志岐守哉

4. 代理人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏名 (7375) 弁理士 大岩増雄
(連絡先03(213)3421特許部)

5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

- (1) 明細書5頁16行の「 $N \approx N$ 」を「 $N' \approx N$ 」と補正する。
- (2) 同書11頁4行の「透過屈折率」を「実効屈折率」と補正する。
- (3) 同書11頁5~6行の「3.140」を「3.140」と補正する。
- (4) 同書12頁9行の「透過屈折率」を「実効屈折率」と補正する。

以上